

Über die Bahn der Nemausa.

Von M. Allé,

Adjuncten der k. k. Sternwarte in Krakau.

Dieser Planet wurde in der Nacht vom 24. auf den 25. Jänner 1858 zu Nismes von Herrn Laurent als ein Stern von beiläufig 10. Grösse entdeckt und nach einigen vorläufigen Ephemeriden an den meisten Sternwarten beobachtet. Die ersten so ziemlich genauen Elemente dieses Planeten gab Herr Dr. W. Förster in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 48, Nr. 1136, welche ich daher meiner Rechnung zu Grunde legte. Ich sammelte die in den Astronomischen Nachrichten von den verschiedenen Sternwarten bekannt gemachten Beobachtungen, welche das Intervall vom Anfange des Monates März bis Anfang Juni umfassen, und meine nächste Arbeit war die Berechnung der folgenden genauen Ephemeride, welche zur Vergleichung der Beobachtungen mit den oben angeführten Elementen dienen sollte:

Ephemeride

für 0^h mittlere Berliner Zeit.

Datum	α	δ	$\log. \Delta$
1858, März 2	11 ^h 47 ^m 3 ^s ·22	—0° 25' 41"·43	0·10224
3	46 21·11	—0 15 12·59	
4	45 38·10	—0 4 34·56	
5	44 54·27	+0 6 12·02	
6	44 9·68	17 6·48	0·09773
7	43 24·41	28 8·03	
8	42 38·50	39 16·23	
9	41 52·04	50 30·31	
10	41 5·10	+1 1 49·49	0·09464
11	40 17·78	13 12·88	
12	39 30·12	24 39·95	
13	38 42·22	36 9·85	
14	37 54·16	47 41·77	0·09303
15	37 6·03	59 14·78	
16	36 17·90	+2 10 48·26	

Datum		α	δ	$\log. \Delta$
1858, März	17	35 ^m 29.86	+2° 22' 21.38	
	18	34 41.98	33 53.31	0.09293
	19	33 54.36	45 23.22	
	20	33 7.06	56 50.39	
	21	32 20.17	+3 8 14.04	
	22	31 33.77	19 33.42	0.09433
	23	30 47.92	30 47.84	
	24	30 2.70	41 56.56	
	25	29 18.17	52 58.90	
	26	28 34.42	+4 3 54.23	0.09718
	27	27 51.49	14 41.94	
	28	27 9.45	25 21.41	
	29	26 28.36	35 52.06	
	30	25 48.29	46 13.34	0.10140
April	31	25 9.28	56 24.69	
	1	24 31.39	+5 6 25.67	
	2	23 54.67	16 15.79	
	3	23 19.18	25 54.54	0.10689
	4	22 44.96	35 21.46	
	5	22 12.06	44 36.17	
	6	21 40.51	53 38.22	
	7	21 10.38	+6 2 27.24	0.11354
	8	20 41.69	11 2.86	
	9	20 14.49	19 24.77	
	10	19 48.81	27 32.65	
	11	19 24.69	35 26.21	0.12122
	12	19 2.16	43 5.24	
	13	18 41.23	50 29.45	
14	18 21.94	57 38.66		
15	18 4.31	+7 4 32.70	0.12981	
16	17 48.34	11 11.53		
17	17 34.08	17 34.84		
18	17 21.54	23 42.58		
19	17 10.73	29 34.73	0.13915	
20	17 1.64	35 11.33		
21	16 54.29	40 32.25		
22	16 48.66	45 37.55		
23	16 44.77	50 27.27	0.14911	
24	16 42.60	55 1.50		
25	16 42.16	59 20.23		
26	16 43.44	+8 3 23.55		
27	16 46.44	7 11.55	0.15956	
28	16 51.15	10 44.33		
29	16 57.55	14 2.00		
30	17 5.63	17 4.65		
Mai	1	17 15.39	19 52.41	0.17038
	2	17 26.82	22 25.36	
	3	17 39.89	24 43.66	
	4	17 54.61	26 47.41	
	5	18 10.95	28 36.74	0.18148
	6	18 28.91	30 11.77	
	7	18 48.47	31 32.64	
	8	19 9.61	32 39.46	
	9	19 32.33	33 32.39	0.19277
	10	19 56.61	34 11.59	

Datum		α		δ		$\log. \Delta$	
1858, Mai	11	11 ^h 20 ^m 22 ^s ·42	+8 ^o 34' 37 ^{''} ·18				
	12	20 49·77	34 49·33				
	13	21 18·61	34 48·21			0·20417	
	14	21 48·94	34 34·04				
	15	22 20·74	34 6·90				
	16	22 54·00	33 27·01				
	17	23 28·68	32 34·56			0·21560	
	18	24 4·76	31 29·79				
	19	24 42·24	30 12·84				
	20	25 21·08	28 43·93				
	21	26 1·26	27 3·26			0·22701	
	22	26 42·75	25 11·04				
	23	27 25·54	23 7·49				
	24	28 9·59	20 52·80				
	25	28 54·88	18 27·16			0·23833	
	26	29 41·39	15 50·77				
	27	30 29·10	13 3·80				
	28	31 18·00	10 6·42				
	29	32 8·05	6 58·81			0·24953	
	30	32 59·24	3 41·16				
	31	33 51·55	0 13·63				
	Juni	1	34 44·97	+7 56 36·36			
		2	35 39·47	52 49·53			0·26059
		3	36 33·03	48 53·30			
		4	37 31·64	44 47·81			
		5	38 29·28	40 33·22			
		6	39 27·93	36 9·67			0·27147
		7	40 27·58	31 37·28			
		8	41 28·22	26 56·14			
		9	42 29·82	22 6·44			

Hiebei sind die Störungen durch Jupiter und Saturn nicht berücksichtigt.

Das Resultat der nun vorgenommenen Vergleichung wird durch das folgende Schema ersichtlich gemacht.

Gruppe	Datum	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung.			
			$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$		
I.	1858, März	1	2·5913	Berlin	-0·05	- 0 ^r ·86
		2	3·5125	"	+0·24	- 0·23
		3	5·3839	Bilk	+0·02	+ 2·10
II.		4	11·4410	Berlin	-0·34	+13·06
		5	12·5594	"	-0·64	+17·48
III.		6	18·3830	Wien	-1·06	
		7	18·3937	"	-1·00	+ 9·95
		8	19·5527	Berlin	-1·03	+ 8·85
		9	20·3208	Wien	-0·60	+11·99

Gruppe	Datum	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung	
			$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
IV.	1858, März 24·3525	Wien	— 0·07	+ 3 ^h ·64
	11 25·4643	Berlin	— 0·04	+ 1·28
	12 27·4052	"	+ 0·01	— 2·32
	13 29·3346	Wien	+ 1·06	— 9·06
	14 30·3298	"	+ 1·06	—16·35
	15 31·3439	"	+ 1·43	—21·36
V.	16 32·3365	"	+ 1·81	—27·43
	17 44·4570	Berlin	+ 7·28	—1' 36·77
	18 45·4115	"	+ 7·96	—1 51·23
	19 49·4157	Göttingen	+10·91	—2 5·70
	20 50·4053	Berlin	+11·76	—2 14·12
	21 50·4388	Göttingen	+10·97	—2 26·28
	22 51·3958	"	+12·38	—2 28·95
	23 51·3958	"	+12·38	—2 24·95
	24 57·3958	Wien	+16·76	—3 22·05
	25 58·4713	Berlin	+17·67	—3 33·08
	26 59·3891	Wien	+18·29	—3 40·04
	27 60·3896	"	+18·68	—3 49·75
	28 60·4181	"	+19·22	—3 47·17
	29 66·3917	"	+ 23·70	—4 47·32
VI.	30 66·4163	"	+23·70	—4 47·14
	31 67·3963	"	+24·31	—4 58·99
	32 67·6984	Ann Arbour	+24·69	—5 5·52
	33 68·7358	"	+25·45	—5 15·08
	34 69·7320	"	+26·27	—5 25·50
	35 70·7978	"	+26·89	—5 32·61
	36 70·5299	Berlin	+26·93	—5 22·89
	37 73·6111	Ann Arbour	+29·51	—5 58·61
	38 74·6452	Washington	+30·13	—6 6·85
	39 75·4285	Wien	+30·23	—6 10·00
	40 76·3955	"	+31·22	—6 19·00
	41 76·4214	"	+31·23	—6 18·73
	42 78·4123	"	+32·87	—6 53·74
	43 78·4478	"	+32·71	—6 42·02
	44 79·4063	"	+33·64	—6 47·44
	45 81·6447	Washington	+34·80	—7 6·26
46 81·6447	"	+35·07	—7 10·67	
47 82·4993	Berlin	+35·33	—7 18·83	
VII.	48 92·6578	Ann Arbour	+41·39	—8 41·10
	49 93·6289	"	+41·70	—8 50·31
	50 93·6324	Washington	+42·87	—8 49·50
VIII.	51 96·4817	Berlin	+44·24	—9 10·56
	52 97·4595	"	+44·66	—9 19·45
	53 99·4587	"	+45·93	—9 35·75

Die Unterschiede sind sehr beträchtlich, und auf den ersten Blick schien es, als ob man dieselben gar nicht zu Normalorten combiniren könnte; indess zeigte eine graphische Construction dieser eben angeführten Unterschiede, dass man sich nicht zu scheuen brauche, sie in Normalorte zusammenzufassen, wofern man nur die Vorsicht gebraucht, möglichst viele solcher Normalorte zu bilden,

und zwar so wie es der Lauf der Fehlercurve erheischt. Das habe ich gethan, indem ich die Unterschiede in der oben ersichtlich gemachten Weise combinirte, und folgendes Resultat erhalten.

Gruppe	Datum		$\Delta\alpha$	Datum		$\Delta\delta$
I.	1858, März	3·8292	+ 0·070	1858, März	3·8292	+ 0·337
II.		12·0002	— 0·490		12·0002	+ 15·270
III.		19·1626	— 0·923		19·4224	+ 10·264
IV.		28·6524	+ 0·752		28·6524	— 10·254
V.		48·9914	+ 10·520		48·9914	— 2 9·714
VI.		70·9299	+ 27·054		70·9299	— 5 30·779
VII.		93·3064	+ 41·987		93·3064	— 8 46·970
VIII.		97·8000	+ 44·944		97·8000	— 9 21·920

Diese Differenzen wurden auf den Anfang des Tages reducirt und so erhielt ich:

Gruppe	Datum		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
I.	1858, März	4·0	+ 0·057	+ 0·87
II.		12·0	— 0·490	+ 15·27
III.		19·0	— 0·913	+ 10·08
IV.		29·0	+ 0·874	— 11·76
V.	April	18·0	+ 10·527	— 2 9·79
VI.	Mai	10·0	+ 27·101	— 5 31·45
VII.	Juni	1·0	+ 41·769	— 8 44·22
VIII.		5·0	+ 44·417	— 9 15·58

Bringt man nun diese Unterschiede an die den respectiven Daten entsprechenden Positionen der Ephemeride an, so erhält man folgende 8 Normalorte in Rectascension und Declination:

Gruppe	Datum		α	δ
I.	1858, März	4·0	11 ^h 45 ^m 38·157	— 0° 4' 33·69
II.		12·0	39 29·630	+ 1 24 55·22
III.		19·0	33 33·447	+ 2 43 33·30
IV.		29·0	26 29·234	+ 4 35 40·30
V.	April	18·0	17 32·067	+ 7 21 32·79
VI.	Mai	10·0	20 23·711	+ 8 28 40·14
VII.	Juni	1·0	35 26·739	+ 7 47 52·14
VIII.		5·0	39 13·697	+ 7 31 17·64

oder in Länge und Breite und zwar auf das Äquinoctium 1858·0 reducirt:

Gruppe	Datum		λ	β
I.	1858, März	4·0	176° 43' 54·62	— 1° 29' 54·99
II.		12·0	174 43 47·62	— 0 44 21·92
III.		19·0	172 54 43·32	— 0 3 35·33
IV.		29·0	170 29 24·60	— 0 53 50·34
V.	April	18·0	167 21 18·35	— 2 33 55·14
VI.	Mai	10·0	167 34 1·82	+ 3 52 20·20
VII.	Juni	1·0	171 16 0·19	+ 4 43 11·66
VIII.		5·0	172 14 22·88	+ 4 50 20·44

Aus diesen Normalorten wählte ich drei, um aus denselben mittelst der Gauss'schen Methode eine neue Bahn des Planeten zu rechnen, und zwar wählte ich dazu die Normalorte I, VI und VIII aus dem Grunde, weil sich der Normalort VI als mittlerer Ort am besten zu eignen schien, nachdem er die grösste Anzahl Beobachtungen enthält. Diese Rechnung, bis einschliesslich zur dritten Hypothese durchgeführt, gab das folgende Elementensystem:

Elemente	
M	338° 28' 25 ^s .56... 1858, Jänner 0·0
$\tilde{\omega}$	175 56 2·42 } 1858, Jänner 0·0 mittl. Äqu.
Ω	175 39 17·54 }
i	9 57 1·69
φ	3 48 37·22
$lg \alpha$	0·3741627
μ	974 ^s 4563

Die Vergleichung dieser Elemente mit den anderen Normalorten liefert folgende übrig bleibende Fehler in Länge und Breite:

Gruppe	$\Delta\lambda$	$\Delta\beta$
II.	-2 ^s 12	+8 ^s 12
III.	-6·04	+3·64
IV.	-2·64	+5·39
V.	-4·18	+6·33
VII.	-5·67	-3·03

welche ich zur Verbesserung der eben gefundenen Elemente durch 10 Bedingungsgleichungen verwendete, so dass damit allen Beobachtungen auf gleiche Weise entsprochen wurde. Diese Bedingungsgleichungen, wo Mo die mittlere Länge bedeutet, sind:

$$\begin{aligned}
 &+ 2\cdot04823 \, dMo - 0\cdot25905 \, d\tilde{\omega} + 0\cdot27310 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 0\cdot12940 \left(\frac{di}{10}\right) - 0\cdot12330 \, d\varphi \\
 &\quad + 1\cdot51703 (100 \, d\mu) + 2^s12 = 0 \\
 &+ 2\cdot04705 \, dMo - 0\cdot25905 \, d\tilde{\omega} + 0\cdot27380 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 0\cdot01060 \left(\frac{di}{10}\right) - 0\cdot11698 \, d\varphi \\
 &\quad + 1\cdot48259 (100 \, d\mu) + 6^s04 = 0 \\
 &+ 1\cdot99381 \, dMo - 0\cdot25281 \, d\tilde{\omega} + 0\cdot26820 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0\cdot13570 \left(\frac{di}{10}\right) - 0\cdot10091 \, d\varphi \\
 &\quad + 1\cdot40275 (100 \, d\mu) + 2^s64 = 0 \\
 &+ 1\cdot76511 \, dMo - 0\cdot22371 \, d\tilde{\omega} + 0\cdot24640 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0\cdot44300 \left(\frac{di}{10}\right) - 0\cdot02432 \, d\varphi \\
 &\quad + 1\cdot22042 (100 \, d\mu) + 4^s18 = 0 \\
 &+ 1\cdot24808 \, dMo - 0\cdot16092 \, d\tilde{\omega} + 0\cdot17710 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0\cdot82340 \left(\frac{di}{10}\right) + 0\cdot30779 \, d\varphi \\
 &\quad + 1\cdot11130 (100 \, d\mu) + 5^s67 = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.35972 d Mo - 0.04545 d \bar{\omega} - 3.13690 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0.73780 \left(\frac{di}{10}\right) - 0.04128 d\varphi \\
 &\quad + 0.24049 (100 d\mu) - 8^{\circ}12 = 0 \\
 &+ 0.35939 d Mo - 0.04548 d \bar{\omega} - 3.14000 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0.06050 \left(\frac{di}{10}\right) - 0.00629 d\varphi \\
 &\quad + 0.27910 (100 d\mu) - 3^{\circ}64 = 0 \\
 &+ 0.35701 d Mo - 0.04510 d \bar{\omega} - 3.08010 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 0.89090 \left(\frac{di}{10}\right) + 0.04242 d\varphi \\
 &\quad + 0.33111 (100 d\mu) - 5^{\circ}39 = 0 \\
 &+ 0.34352 d Mo - 0.04278 d \bar{\omega} - 2.79020 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 2.54410 \left(\frac{di}{10}\right) + 0.12206 d\varphi \\
 &\quad + 0.40657 (100 d\mu) - 6^{\circ}33 = 0 \\
 &+ 0.27484 d Mo - 0.03231 d \bar{\omega} - 1.96860 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 4.67010 \left(\frac{di}{10}\right) + 0.19931 d\varphi \\
 &\quad + 0.42989 (100 d\mu) + 3^{\circ}02 = 0
 \end{aligned}$$

und die 6 Gleichungen zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Werthe der Elemente:

$$\begin{aligned}
 &+ 17.61376 d Mo - 2.23654 d \bar{\omega} - 2.54551 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 0.35510 \left(\frac{di}{10}\right) - 1.25724 d\varphi \\
 &\quad + 13.04294 (100 d\mu) + 28^{\circ}92707 = 0 \\
 &- 2.23654 d Mo + 0.28401 d \bar{\omega} + 0.31368 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 0.02805 \left(\frac{di}{10}\right) + 0.03231 d\varphi \\
 &\quad - 1.65578 (100 d\mu) - 3^{\circ}68624 = 0 \\
 &- 2.54551 d Mo + 0.31368 d \bar{\omega} + 41.16091 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) - 16.79055 \left(\frac{di}{10}\right) - 0.75859 d\varphi \\
 &\quad - 2.93739 (100 d\mu) + 70^{\circ}19463 = 0 \\
 &+ 0.35510 d Mo - 0.02805 d \bar{\omega} - 16.79055 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 30.53960 \left(\frac{di}{10}\right) + 1.06382 d\varphi \\
 &\quad + 1.68061 (100 d\mu) - 7^{\circ}18375 = 0 \\
 &- 1.25724 d Mo + 0.03231 d \bar{\omega} - 0.75859 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 1.06382 \left(\frac{di}{10}\right) + 0.19253 d\varphi \\
 &\quad - 0.05200 (100 d\mu) + 0^{\circ}36787 = 0 \\
 &+ 13.04294 d Mo - 1.65578 d \bar{\omega} - 2.93739 \left(\frac{d\Omega}{10}\right) + 1.68061 \left(\frac{di}{10}\right) - 0.05200 d\varphi \\
 &\quad + 9.78699 (100 d\mu) + 21^{\circ}24790 = 0
 \end{aligned}$$

aus denen durch successive Elimination sich folgende Correctionen der Elemente ergeben:

$$\begin{aligned}
 100 d\mu &= - 12^{\circ}02930 \\
 d\varphi &= - 0.37193 \\
 \frac{1}{10} di &= - 5.35695 \\
 \frac{1}{10} d\Omega &= - 4.06907 \\
 d\bar{\omega} &= + 1159.91 \\
 d Mo &= + 154.04
 \end{aligned}$$

oder

$$\begin{aligned}
 d\mu &= - 0^{\circ}12029 \\
 d\varphi &= - 0.37 \\
 di &= - 53.57 \\
 d\Omega &= - 40.69 \\
 \bar{\omega}d &= + 1159.91 \\
 d Mo &= + 154.04
 \end{aligned}$$

mit denen die verbesserten Elemente werden:

Elemente.

M	338° 11' 39 ^r .69	1838, Jän. 0·0
$\tilde{\omega}$	176 15 22·33	} 1838, Jän. 0·0 mittl. Äqu.
Ω	175 38 36·85	
i	9 56 8·12	
φ	3 48 36·85	
$\log. a$	0·3741986	
μ	974·3362	

Die übrigbleibenden Fehler sind

$\Delta\lambda$	$\Delta\beta$
-0 ^r .08	+0 ^r .36
-2·97	-2·81
+1·70	-0·23
+1·39	+3·46
-1·47	-0·95

Mit diesen Elementen rechnete ich nun ohne Berücksichtigung der Störungen durch Jupiter und Saturn die nachfolgende Ephemeride für die Opposition des Jahres 1859:

Ephemeride der Nemausa

für 0^h mittlere Berliner Zeit.

Datum	α	δ	$\log. \Delta$
1859, Juli 1	21 ^h 41 ^m 0 ^s .58	-2° 28' 52 ^r .38	0·22343
2	40 47·01	53·60	
3	31·87	29 7·11	
4	15·16	32·93	
5	39 56·90	31 11·25	0·21469
6	37·12	32 17·07	
7	15·81	33 35·52	
8	38 52·99	35 6·63	
9	28·68	36 50·47	0·20646
10	2·92	38 47·27	
11	37 35·69	40 56·75	
12	7·03	43 18·86	
13	36 36·94	45 53·82	0·19885
14	5·49	48 41·73	
15	35 32·65	51 42·50	
16	34 58·47	54 56·07	
17	22·96	58 22·45	0·19196
18	33 46·20	-3 2 1·65	
19	8·17	5 53·54	
20	32 28·90	9 58·10	
21	31 48·44	14 15·21	0·18590
22	6·87	18 44·76	
23	30 24·18	23 26·72	
24	29 40·40	28 19·85	

Datum		α	δ	$\log. \Delta$	
1859, Juli	25	21 ^b 28 ^m 55 ^s .60	-3° 33' 27 ^s .05	1.18076	
	26	9.86	38 45.01		
	27	27 23.18	44 14.71		
	28	26 35.63	49 55.84		
	29	25 47.27	55 48.17	0.17664	
	30	24 58.18	-4 1 51.32		
	31	8.39	8 5.10		
	August	1	23 17.97	14 29.13	
		2	22 26.97	21 3.07	0.17364
		3	21 35.47	27 46.54	
4		20 43.54	34 39.24		
5		19 51.23	41 40.75		
6		18 58.62	48 50.70	0.17182	
7		5.77	56 8.61		
8		17 12.75	-5 3 34.19		
9		16 19.62	11 7.01		
10		15 26.44	18 46.62	0.17122	
11		14 33.28	26 32.61		
12	13 40.21	34 24.48			
13	12 47.30	42 21.78			
14	11 54.60	50 24.14	0.17185		
15	11 2.18	58 31.03			
16	10 10.11	-6 6 42.13			
17	9 18.44	14 56.97			
18	8 27.25	23 15.09	0.17348		
19	7 38.50	31 35.99			
20	6 49.15	39 59.30			
21	5 59.12	48 24.57			
22	5 8.39	56 51.27	0.17679		
23	4 20.45	-7 5 18.9			
24	3 33.38	13 47.1			
25	2 47.21	22 15.4			
26	2.00	30 43.3	0.18103		
27	1 17.78	39 10.2			
28	0 34.64	47 35.9			
29	59 52.64	55 59.9			
30	11.79	-8 4 21.8	0.18639		
31	58 32.13	12 41.1			
Sept.	1	57 53.76	20 57.4		
	2	16.72	29 10.3		
	3	56 41.02	37 19.5	0.19275	
	4	6.68	45 24.6		
	5	55 33.77	53 25.3		
	6	2.33	-9 1 21.2		
	7	54 32.35	9 12.0	0.20004	
	8	3.83	16 57.5		
	9	53 36.87	24 37.5		
	10	11.45	32 11.5		
	11	52 47.61	39 39.3	0.20814	